

# ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

**Федорова Ирина Александровна**

студент 5 курса, очная форма

*Российская Федерация, г. Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана, кафедра  
«Оборудование и технологии прокатки»*

**Научный руководитель: О.В. Соколова**

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»

В условиях кризиса возрастает спрос на высококачественные трубы, получаемые на станах холодной прокатки (СХП) и имеющие высокие прочностные свойства, повышенную точность, а также хорошее качество поверхности. Это обуславливает интенсивное развитие процесса холодной прокатки труб и оборудования, необходимого для осуществления данного процесса. На станах холодной прокатки изготавливают трубы диаметром от 6 до 450 мм, толщиной от нескольких десятых долей миллиметра до 30 мм и более, расширение указанного диапазона попадает в реестр “специальных труб”

Рассмотрим основные способы периодической прокатки труб на *станах продольной холодной периодической прокатки труб (ХПП)* и *станах холодной прокатки труб роликами (ХПТР)*. Именно эти станы получили наибольшее распространение в промышленности как наиболее производительные и экономичные машины, пригодные для массового производства труб. Известны *станы поперечной прокатки (ППТ)*, которые используются в специальных целях для изготовления небольших партий прецизионных труб и тонкостенных труб большого диаметра, а также станы непрерывной прокатки, применяющиеся для изготовления бесшовных труб из коррозионностойких и углеродистых сталей. В последнее время стали получать распространение комбинированные *валково-роликовые станы*, сочетающие в себе достоинства обоих способов прокатки. В этих станах последовательно устанавливают валковые и роликовые клетки.

По температурному режиму различают два способа прокатки: с охлаждением зоны деформации холодная прокатка и с подогревом заготовки перед зоной деформации или без ее охлаждения - теплая прокатка.

Охлаждение производится минеральными маслами или эмульсиями специального состава в зависимости от материала прокатываемых труб. Подогрев заготовок осуществляется, как правило, индукторами до 300-450 градусов Цельсия. Применение теплой прокатки позволяет повысить производительность станов.

Широкое распространение СХП объясняется рядом преимуществ:

- высокая точность размеров прокатываемых изделий; допуски на внутренний и наружный диаметр могут быть выдержаны в пределах 4-9 классов точности; толщина стенки имеет от 5 до 10% номинального размера;
- высокая чистота наружной и внутренней поверхностей (в пределах 9-10 класса);
- большие разовые обжатия (до 80- 85% за один проход);
- значительное упрочнение металла за счет больших деформаций;
- возможность прокатки труднодеформируемых материалов вследствие благоприятной схемы деформаций;
- прокатка тонкостенных труб и труб, переменных по диаметру и толщине стенки;
- небольшой удельный расход металла.

#### Станы холодной прокатки труб (ХПТ).

Для изготовления высококачественных холоднокатаных труб в настоящее время в основном применяется продольная холодная прокатка на станах валкового типа. Эти станы выпускают в широком диапазоне по типоразмерам. В нашей стране принята классификация по максимальному наружному диаметру прокатываемых труб: ХПТ-32, ХПТ-55, ХПТ-90, ХПТ-120, ХПТ-250 и ХПТ-450.

За рубежом широко известны станы холодной периодической прокатки фирмы “Mannesmann”, а также станы, изготовленные на заводах компаний “Montbard” и “Wean Industries”. Здесь принята классификация по наибольшему размеру заготовки.

По количеству одновременно прокатываемых труб станы могут быть однониточные, двухниточные и многониточные соответственно числу одновременно прокатываемых труб. По мере увеличения числа ниток усилие прокатки на каждой нитке обычно уменьшается, поэтому многониточные

станы получили наибольшее распространение в цветной металлургии при производстве труб из меди и медных сплавов.

По схеме рабочей клетки различают короткоходовые станы с полудисковыми калибрами и длинноходовые станы с кольцевыми калибрами, кроме того, станы малых типоразмеров имеют подвижную рабочую клетку, тогда как у станков крупных типоразмеров (свыше 90 мм) станина рабочей клетки обычно неподвижна. Перемещаются только валки, собранные в облегченной кассете.

Станы различаются также по числу рабочих валков. Большинство типоразмеров станков имеет двухвалковую рабочую клетку, однако в крупных станках используют три валка. Конструкции механической подачи и подпора заготовки, привода рабочей клетки; устройства для уравнивания сил инерции поступательно движущихся масс во многом зависят от назначения агрегата и завода-изготовителя.

#### *Схема прокатки.*

Холодная прокатка труб осуществляется двумя или тремя рабочими валками, имеющими возвратно-поступательное или возвратно-вращательное движение. Рабочие валки вместе с рабочей клеткой перемещаются вдоль оси прокатки на определенную величину, называемую *ходом валков*. Двигаясь поступательно, рабочие валки поворачиваются вокруг своей оси на угол, который называют *углом разворота валков*. Поворот валков происходит при помощи шестерен, закрепленных на них консольно и находящихся в зацеплении с неподвижной рейкой. После перемещения из одного крайнего положения в другое валки реверсируются и возвращаются в исходное положение. Такие циклы повторяются с частотой 20-200 циклов в минуту, в зависимости от типоразмера стана.

На калибрах, вставляемых в рабочие валки, нарезан ручей переменного сечения. В заднем положении валков рабочая часть ручья образует окружность, равную диаметру прокатываемой заготовки. Когда валки переходят в переднее положение и поворачиваются на угол разворота валков, диаметр рабочей части ручья уменьшается до размеров готовой трубы. Очаг деформации в первом приближении можно представить в виде усеченного конуса, диаметры оснований которого равны диаметрам заготовки и готовой трубы, а высота - ходу валков. Усеченный конус очага деформации - *рабочая головка* - является разверткой переменного ручья калибра. Прокатка ведется на конической (иногда цилиндрической) оправке.

За каждый двойной ход валков, соответствующий их перемещению из одного крайнего положения в другое и обратно, новая порция металла подается в зону деформации. *Подача металла* - осевое перемещение заготовки вперед - возможна только в случае, если валки не касаются заготовки. Для этого на калибрах предусмотрен “зев”, когда диаметр ручья оказывается несколько большим диаметра заготовки (крайнее заднее положение валков) или несколько больше диаметра готовой трубы (крайнее переднее положение валков), что позволяет беспрепятственно подавать заготовку вперед.

Для получения высокого качества проката необходимо при каждом двойном ходе валков осуществлять поворот заготовки, что возможно лишь тогда, когда валки не зажимают прокатываемую трубу, то есть также в момент образования “зева”.



## Прокатка на станах ХПТР.

Основной отличительный признак роликовых станов холодной прокатки труб: деформацию трубной заготовки выполняют на оправке тремя или более роликами, по периметру которых нарезан ручей постоянного сечения.

В отличие от валкового способа прокатки, при роликовой прокатке труб на цилиндрической оправке редуцирование по внутреннему диаметру заготовки происходит только в начале рабочего конуса, до посадки на оправку. На остальной его части обжимается стенка трубы. Вследствие этого сокращается протяженность очага деформации.

На роликовых станах обеспечиваются необходимые условия для получения точных по размерам высококачественных тонкостенных труб. Основными из них являются:

- малый диаметр рабочих роликов, обеспечивающий прокатку труб с тонкими стенками;
- небольшое скольжение ручья роликов по прокатываемому металлу, обусловленное многороликовой схемой;
- простота конструкции рабочего инструмента и, следовательно, возможность изготовления его с высокой точностью.

Станы ХПТР имеют следующие преимущества перед станами ХПТ:

- малые по сравнению с ХПТ диаметры рабочих валков, что приводит к снижению усилий прокатки, а, следовательно, и упругой деформации рабочей клетки и валков;
- простота рабочего инструмента (валков и направляющих планок) и небольшая его масса;
- отсутствие тяжело нагруженных подшипников рабочих валков;
- значительно меньшая масса рабочей каретки, что позволяет увеличить число ее ходов в минуту;
- минимальное скольжение металла в валках;
- более полный охват деформируемого материала тремя роликами, что дает возможность прокатывать труднодеформируемые высоколегированные стали и сплавы;
- возможность прокатки особотонкостенных труб с толщиной стенки, равной 1:100—1:500 наружного диаметра готовой трубы.

Недостатком этих станов являются небольшая степень редуцирования труб по наружному и внутреннему диаметру, а также малая производительность. Их целесообразно применять для максимально возможного утонения стенки трубы и получения труб повышенной точности.

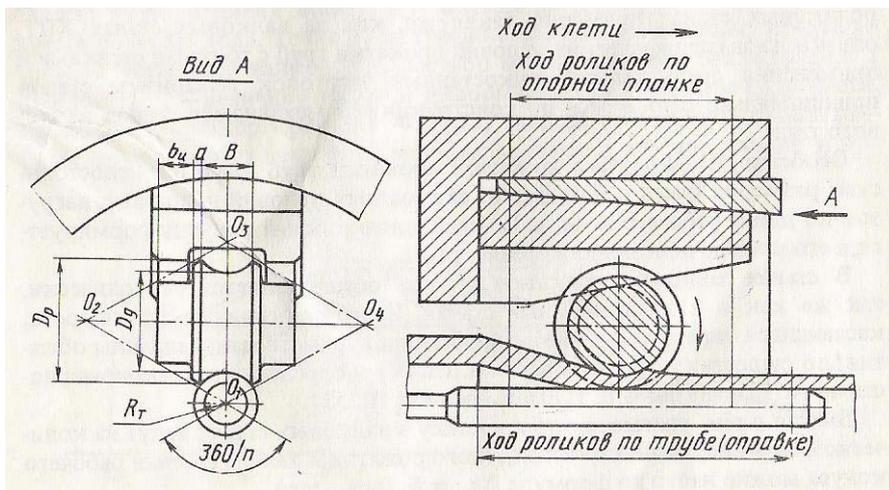


Рис. Схема прокатки труб на роликовом стане.

### Поперечно-винтовая прокатка.

В последние годы получил распространение способ производства тонкостенных труб поперечной раскаткой на оправке. Этим способом получают высокоточные изделия из различных материалов диаметром  $4 \div 450$  мм в металлургическом производстве и более 6000 мм в специальном производстве с толщиной стенки  $0,05 \div 25$  мм. Поперечная прокатка применяется для получения труб большого диаметра. Заготовками здесь служат бесшовные и сварные трубы, катаные кольца, центробежнолитые и кованные гильзы, штампованные из листа стаканы.

Существуют следующие схемы осуществления процесса поперечно-винтовой прокатки:

- прокатка с натяжением переднего конца заготовки на длинной перемещающейся оправке;
- прокатка на длинной перемещающейся оправке по схеме сжатия;
- прокатка на короткой оправке с натяжением или сжатием;
- прокатка на укороченной оправке с натяжением переднего и заднего концов заготовки.
- Поперечно-винтовая прокатка имеет ряд преимуществ:
  - небольшая масса основного оборудования;
  - простота конструкции и эксплуатации клетки;
  - большая мобильность процесса;
  - возможность прокатки труб практически любого (сколь угодно большого) диаметра;
  - высокая точность и хорошее качество поверхности труб (9–10-й класс чистоты);
  - высокая степень деформации за проход;

- малые размеры очага деформации, а, следовательно, и малые усилия на рабочий инструмент;
- высокая производительность.

Производительность станов поперечно-винтовой прокатки зависит от относительной частоты вращения трубы и величины осевой подачи. В случае горячей прокатки вращение трубы осуществляют центрователи, которые удерживают сравнительно “мягкую” горячую трубу на оси прокатки. При удержании холодной трубы со стороны центрователей на нее действуют переменные усилия, которые изменяют характер течения металла в очаге деформации. Эти усилия сравнимы с усилиями деформации, поэтому невозможно получить точную по диаметру и толщине стенки трубу. Таким образом, необходимо обеспечить отсутствие вращения трубы. Обеспечить это условие можно, используя планетарную (вращающуюся) клеть.

#### Непрерывная безопрочная прокатка труб.

Одной из сфер применения редуцирующих станов является использование их для холодного редуцирования труб, в частности, электросварных малых диаметром 4...30 мм.

Общая (суммарная) деформация труб по диаметру достигает 53%, а частные (единичные) деформации не превышают 7,3%. Толщина стенки деформируемых труб (заготовок) при этом незначительно увеличивается или остается неизменной.

Наметилась тенденция применения станов холодного редуцирования для производства бесшовных труб из сталей 10, 20, 12X18H10T и других.

С использованием холодного редуцирования можно изготавливать также холоднодеформированные бесшовные трубы готовых и промежуточных размеров из сталей различных марок. Можно получать редуцированием и передельные трубы из сплавов.

Использование процессов холодного редуцирования имеет следующие преимущества:

- при изготовлении бесшовных труб из коррозионностойких и углеродистых сталей исключаются потери металла на головки, имеющие место при волочении;
- обеспечивается более высокая производительность;
- снижается трудоемкость подготовки труб перед деформацией;

- при изготовлении труб из титановых сплавов сокращается цикличность (1 ÷ 2 прохода на станах ХПТ и ХПТР);
- исключаются также потери металла на головки;
- имеется возможность обеспечить более высокий уровень механизации труда при изготовлении труб малых диаметров.

Дальнейшее развитие трубного производства связано с широким применением редуционно-растяжных станов. Особенно перспективен процесс редуцирования при использовании конечной заготовки, т.к. при этом устраняется единственный недостаток этого процесса – образование утолщенных концов.

В настоящее время разрабатываются станы непрерывной холодной прокатки труб с вращающимися клетями поперечно-винтовой прокатки, (НХПТВ) предназначенные для прокатки труб  $\varnothing 16-40$  мм.

Такой стан НХПТВ (рис.) состоит:

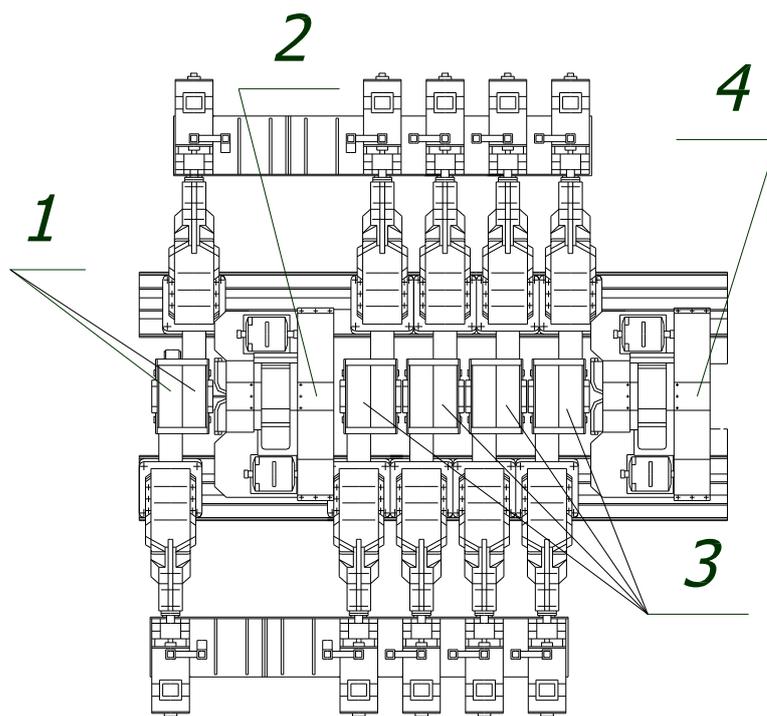


Рис. Стан НХПТВ.

- 1) две задающие клетки, которые позволяют точно подать заготовку в следующую за ними вращающуюся клетку,
- 2) вращающаяся клетка поперечно-винтовой прокатки для прокатки на короткой подвижной оправке,
- 3) ряд трехвалковых клеток для обжатия заготовки по диаметру,

4) вращающаяся клеть ПВП для безоправочного редуцирования.

На стане НХПТВ предусматривается непрерывная поштучная прокатка труб в последовательно расположенных клетях продольной прокатки и во вращающихся клетях поперечно-винтовой прокатки с планетарно-дифференциальным приводом валков.

В клетях продольной прокатки предусмотрено только уменьшение диаметра трубы при некотором увеличении толщины стенки. В клетях поперечно-винтовой прокатки предусматривается, в основном, обжатие трубы на оправке по толщине стенки на 30-50 %. Уменьшение диаметра определяется уменьшением толщины стенки, а также зазора между заготовкой и оправкой, необходимого для одевания заготовки – трубы на оправку.

#### Другие способы прокатки труб.

Наряду с холодной прокаткой труб на станах ХПТ и ХПТР в настоящее время получают развитие и станы для производства труб другими способами: планетарные, непрерывные.

Прокатка труб на *планетарном стане* осуществляется на цилиндрической или конической оправке рабочими роликами, располагающимися по периметру опорных валков. Возможны схемы прокатки без опорных валков, причем число роликов также может быть различно. Суммарная деформация за проход при этом достигает  $90 \div 95\%$  и более, благодаря чему производительность планетарного стана, по предварительным данным, может быть выше, чем производительность валковых и роликовых станов холодной прокатки.

На стане *непрерывной прокатки* исходная заготовка с предварительно введенной внутрь нее длинной цилиндрической оправкой прокатывается одновременно в нескольких последовательно расположенных рабочих клетях. По условиям захвата деформация в каждой отдельной клетке в этом случае не может быть большой, в связи с чем, для осуществления больших деформаций ( $50 \div 75\%$ ) в состав стана входит большое число ( $15 \div 20$ ) двух- или трехвалковых клеток.

Недостатками планетарного и непрерывного станов холодной прокатки труб являются сложность изготовления рабочего инструмента (оправки и валков) и перенастройки стана с одного размера прокатываемых труб на

другой, а также большой парк инструмента. Из-за отсутствия промышленных планетарных и непрерывных станов сейчас трудно оценить их возможности. Однако можно предположить, что и эти станы будут широко использоваться в качестве заготовительных для станов холодной прокатки (валковых, роликовых), а также для волочения.